

## 問1

(1)	$M = \rho S y_0$ [kg]	(2)	$v = \sqrt{2gH}$ [m/s]
(3)	$V' = \frac{m(1+e)v}{M+m}$ [m/s]		$v' = \frac{(m-Me)v}{M+m}$ [m/s]
(4)	$\rho S y_0 g - \rho S y g$	(5)	$Ma = -\rho S g Y$
(6)	$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{\rho S g}}$ [s]	(7)	$A = \sqrt{\frac{2MH}{\rho S} \frac{m(1+e)}{M+m}}$ [m]
(8) 向き	大きさ	(9)	$T' = 4\pi \sqrt{\frac{3M}{13\rho S g}}$ [s]
右向き	$\frac{5}{12} Mg$ [N]		

## 問2

(10) 重力	浮力
$Mg$ [N]	$\rho S(h - y_1)g + \rho' S y_1 g$ [N]
ばねによる力	
$k(l - l_0)$ [N]	
(11)	$Mg + k(l - l_0) = \rho S(h - y_1)g + \rho' S y_1 g$
(12)	$Ma' = -\{(\rho' - \rho)Sg + k\}Y'$
(13)	$T'' = 2\pi \sqrt{\frac{M}{(\rho' - \rho)Sg + k}}$ [s]

II

問1

(1) $b_x L$ [V]	(2) $\vec{f} = (-ev_y B, ev_x B, 0)$ [N]
-----------------	--

(3) $u_y B L$ [V]	(4) $v_e = -\frac{I}{neS}$ [m/s]
-------------------	----------------------------------

(5) 導出過程：  
 電流により自由電子1個にはたらく平均のローレンツ力は  $\vec{f} = (0, ev_e B, 0)$  で、自由電子の総数は  $nLS$  であるから、導体棒にはたらく力は  $y$  軸方向に  $F = nLS \cdot e \left(-\frac{I}{neS}\right) B = -IBL$

---

答：  
 $y$  軸の負の向きに大きさ  $IBL$

(6) $1 \times 10^{29} \text{ m}^{-3}$	(7) $6 \times 10^{-6} \text{ m/s}$	(8) $1 \times 10^4$ 倍
---------------------------------------	------------------------------------	-----------------------

問2

(9)  $-BL\sqrt{2gr(\cos\theta - \cos\theta_0)}\cos\theta$  [V]

(10)  $ma = -mg\sin\theta - IBL\cos\theta$

(11) 導体棒に生じる誘導起電力により抵抗に電流が流れ、ジュール熱が発生してエネルギーが消費されるので、振り子運動の振幅は減衰する。

(12)  $\tan\theta_1 = -\frac{EBL}{mgR}$

(13) (a) 電気量 $Q$ イ	電流 $I$ エ	(b) $\frac{CBLmg\theta_0}{m + C(BL)^2}$ [A]
-----------------------	-------------	---

III 問 1

(1)	$\frac{p_0 V_0}{R}$ [K]	(2)	$Q_{AB} = (x-1)C_V T_0$ []	$W_{AB} = 0$ []
(3)	2	(4)	$Q_{CA} = -C_p T_0$ []	$W_{CA} = RT_0$ []
(5)				
導いた関係式		$C_p - C_V = R$		
(導出過程)				
サイクルが一回りして元の状態に戻ると内部エネルギー変化 $\Delta U$ は0である。このサイクルの場合、BC間の自由膨張過程では熱も仕事も0なので、熱力学第1法則は				
$\Delta U = Q_{AB} + W_{AB} + Q_{CA} + W_{CA} = 0$				
となる。ここに上の結果を代入すれば、 $x = 2$ も使って				
$\Delta U = C_V T_0 + 0 - C_p T_0 + RT_0 = 0 \quad \therefore C_p - C_V = R$				
が得られる。				

問 2	(6)	$\frac{5}{2}(y-1)RT_0$ []	(7)	$\frac{5y+3}{8}T_0$ [K]	(8)	$\frac{5y-1}{4}T_0$ [K]
-----	-----	---------------------------	-----	-------------------------	-----	-------------------------

問 3	(9)	$\frac{1}{8}$ 倍	(10)	$\frac{9}{2}$ 倍
	(11)	$32p_0 V_1 = RT_1$	(12)	$p_0 V_2 = RT_2$
	(13)	$p_0(V_2 - V_1)$ []	(14)	$\frac{3}{2}R(T_2 - T_1) = -p_0(V_2 - V_1)$
	(15)	$\frac{49}{20}$ 倍		

(導出過程)	
(11)(12)の状態方程式を(14)の第1法則の式に代入して	
$\frac{3}{2}R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(p_0 V_2 - 32p_0 V_1) = -p_0(V_2 - V_1)$	
これを整理すると	
$3V_2 - 96V_1 = -2V_2 + 2V_1, \quad V_2 = \frac{98}{5}V_1 = \frac{49}{20}V_0$	

I

問1 純水の密度は  $1.0 \times 10^3 \text{ g/L}$ 、水の分子量は  $18 \text{ g/mol}$  なので、

$$\frac{1.0 \times 10^3}{18} \approx 55.6 \text{ mol/L}$$

よって水のモル濃度は

$$5.6 \times 10 \text{ mol/L} \quad \dots \text{ (答)}$$

問2 (ア)  $c(1-\alpha)$  (イ)  $c\alpha$  (ウ)  $c\alpha$  (エ)  $\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$

問3  $\alpha < 0.05$  の成立を仮定すると、 $1-\alpha$  を 1 に等しいものとして、

$$K_b = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)} = c\alpha^2$$

とみなせる。よって

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{c}} = \sqrt{\frac{2.3 \times 10^{-5}}{0.10}} = \sqrt{2.3} \times 10^{-2} < 2.3 \times 10^{-2}$$

となり、 $\alpha < 0.05$  の仮定は矛盾しない。このとき、

$$[\text{OH}^-] = c\alpha = \sqrt{2.3} \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

となる。水のイオン積が

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$$

なので、

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10} \frac{1.0 \times 10^{-14}}{\sqrt{2.3} \times 10^{-3}} = -\log_{10} \frac{1.0 \times 10^{-11}}{\sqrt{2.3}} \\ &= 11 + \log_{10} \sqrt{2.3} = 11 + \frac{1}{2} \log_{10} \frac{23}{10} = 11 + \frac{1}{2} (1.36 - 1) = 11.18 \end{aligned}$$

よって pH は、

$$11.2 \quad \dots \text{ (答)}$$

問4 問3と同じく、 $1-\alpha$  を 1 に等しいとみなしてよいものと仮定すると、

$$K_b = c\alpha^2$$

となる。このとき、

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{c}} = \sqrt{\frac{2.3 \times 10^{-5}}{2.3 \times 10^{-4}}} = \sqrt{0.1} (> \sqrt{0.09} = 0.3)$$

となり、 $\alpha < 0.05$  は成立せず、 $1-\alpha$  を 1 に等しいとはみなせない。そこで

$$K_b = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)}$$

を考える。この式に  $K_b$  と  $c$  の各値を代入すると

$$2.3 \times 10^{-5} = \frac{2.3 \times 10^{-4} \alpha^2}{(1-\alpha)}$$

よって

$$10\alpha^2 + \alpha - 1 = 0$$

の2次方程式を解けばよく、 $\alpha$ が正の値であることを考えれば、

$$\alpha = \frac{1}{20}(-1 + \sqrt{41}) = 0.27$$

よって  $\alpha$  は、

$$0.27 \quad \dots \text{(答)}$$

問5 (1) 緩衝 (2) アンモニア (または  $\text{NH}_3$ ) (3) アンモニウムイオン (または  $\text{NH}_4^+$ )

問6 アンモニアと塩酸の中和反応を考えれば、混合溶液 90 mL 中に残るアンモニアは

$$0.15 \times \frac{60}{1000} - 0.10 \times \frac{30}{1000} = \frac{6}{1000} \text{ mol}$$

である。よって

$$6.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad \dots \text{(答)}$$

問7 アンモニアが塩酸に中和されて生成した塩化アンモニウムが完全に解離することで、アンモニウムイオンになるものと考えればよい。よってアンモニウムイオンの濃度は

$$[\text{NH}_4^+] = \frac{\frac{3}{90}}{1000} = \frac{1}{30} \text{ mol/L}$$

となる。一方、アンモニアはほぼ電離せず、その濃度は

$$[\text{NH}_3] = \frac{\frac{6}{90}}{1000} = \frac{1}{15} \text{ mol/L}$$

とみなせる。よって水酸化物イオンの濃度は、

$$[\text{OH}^-] = \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} K_b = 2K_b = 2 \times 2.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

である。このとき、pHは

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10} \frac{1.0 \times 10^{-14}}{2 \times 2.3 \times 10^{-5}} = -\log_{10} \frac{1.0 \times 10^{-8}}{2 \times 23} \\ &= 8 + \log_{10} 2 + \log_{10} 23 = 8 + 0.30 + 1.36 = 9.66 \end{aligned}$$

である。よって pH は、

$$9.7 \quad \dots \text{(答)}$$

## II

問 1

A	②	化学反応式	$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
---	---	-------	--

問 2

(1)	陽極	$2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$	(2)	生成塩素モル量を $x$ [L] とすると、
	陰極	$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$		$x / 22.4 = 5.0 \times 20 \times 60 / 9.65 \times 10^4 \times \frac{1}{2}$ よって、 $x = 0.696 \approx 0.70$ [L]

問 3

B	ヨウ素	C	塩化アンモニウム	D	酸化
---	-----	---	----------	---	----

問 4

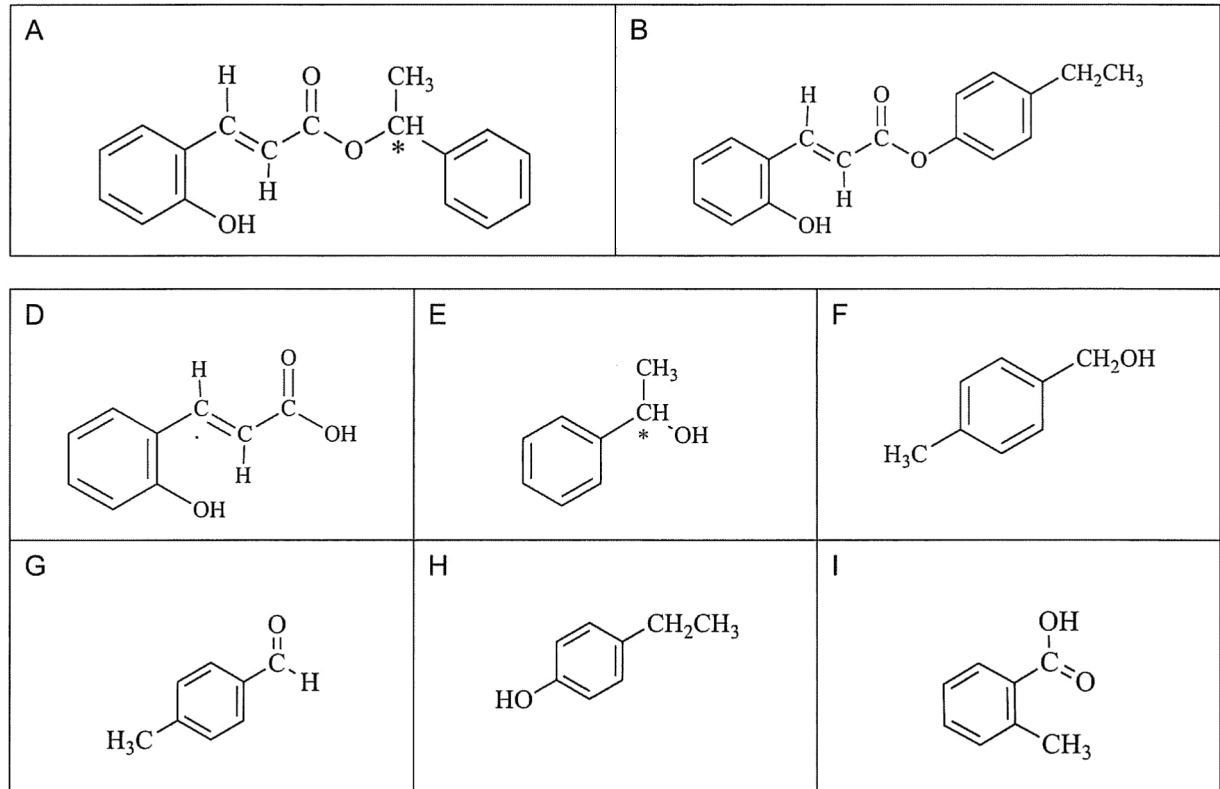
(1)	$2\text{HCl} + \text{NaClO} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$
(2)	<p>HCl 量は、<math>1.0 \text{ mol/L} \times 150 \text{ mL} = 0.15 \text{ mol}</math></p> <p>なので、塩素発生量は、<math>0.15 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 0.075 \text{ mol}</math> となる</p> <p>PV=nRT より、</p> $V = nRT/P = 0.075 \times 8.31 \times 10^3 \times (27+273) / 101300$ $= 1.84 \approx 1.8 \text{ [L]}$
(3)	発生する塩素ガスは空気よりも重たいため、個室下部の方が高濃度になり危険である。

問 5

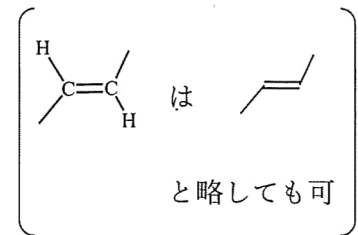
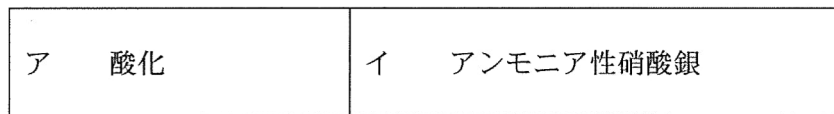
(1)	塩素酸	化学式	塩素の酸化数	亜塩素酸	化学式	塩素の酸化数
		$\text{HClO}_3$	+5		$\text{HClO}_2$	+3
(2)	塩素酸 :	$\text{HClO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{HClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $(\text{ClO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_2^- + \text{H}_2\text{O})$				
	過酸化水素 :	$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$				
(3)	$\text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{HClO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$					

### III A

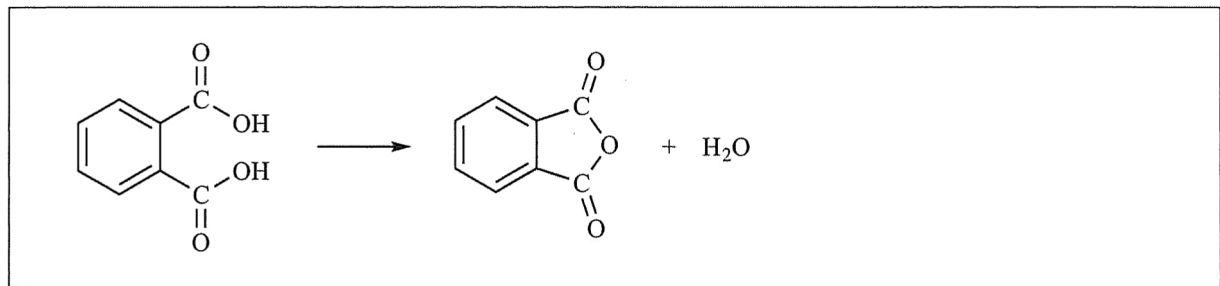
#### 問 1



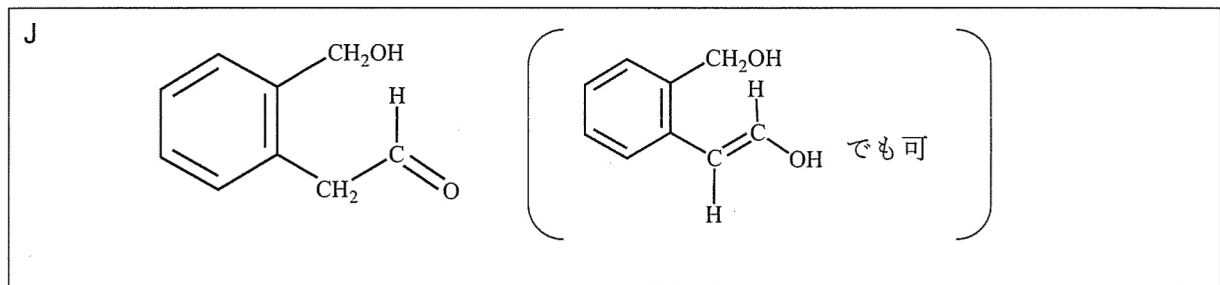
#### 問 2



#### 問 3



#### 問 4



## 問 1

ア：脱水縮合	イ：グリコシド	ウ： $\beta$ -1,4-グリコシド	エ： $\alpha$ -1,4-グリコシド
オ： $\alpha$ -1,6-グリコシド	カ：アミロース	キ：アミロペクチン	ク：らせん
ケ：グリコーゲン	コ：加水		

## 問 2

加熱により酵素の立体構造（高次構造）が変化

し、変性するため。

## 問 3

基質特異性

## 問 4

デンプン ( $C_6H_{10}O_5$ ) 式量 162

ポリ乳酸 ( $C_3H_4O_2$ ) 式量 72

$$\frac{162 \text{ (g)}}{162} \times 72 \times 2 = 144 \text{ (g)}$$

## 問 5

細胞内に蓄えられたグルコースによる非常に高い

浸透圧により、細胞が破壊されるほどの大量の水が

細胞内に入り込む。